

SOLO HEALTH & BODY CARE CENTER

Dengan Penekanan Penerapan Prinsip-Prinsip Bioclimatic Architecture

TUGAS AKHIR

SOLO HEALTH & BODY CARE CENTER

Dengan Penekanan Penerapan Prinsip-Prinsip Bioclimatic Architecture

**Disusun Guna Memenuhi Persyaratan Kelulusan Program Strata-1 (S1)
Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret**



Disusun oleh :

ADAM HAMIMIE

I.O201001

**JURUSAN ARSITEKTUR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
2006**

BAB III

TINJAUAN TEORI

III.1 PENGERTIAN BIOCLIMATIC ARCHITECTURE

Pengertian Harfiah

Architecture (*Inggris*)

Arsitektur : 1. Lingkungan binaan yang dilayani oleh dan untuk memenuhi kebutuhan dalam kehidupan berbudaya.
2. Penciptaan lingkungan binaan (built environment) yang menimbulkan bermacam-macam kegunaan, termasuk di dalamnya melindungi manusia dan kegiatan serta miliknya dari gangguan luar.

Bioclimatic (*Inggris*)

Bioklimatik : segala sesuatu yang menyangkut unsur-unsur iklim dan keterkaitannya dengan lingkungan binaan ¹.

Pengertian Istilah

Bioclimatic architecture adalah arsitektur yang merespon iklim setempat, memanfaatkan iklim setempat seoptimal mungkin untuk menghemat biaya penggunaan energi bangunan yang dilakukan dengan menggunakan sumber daya alam sebagai pengganti sistem mekanikal dan untuk menciptakan kenyamanan serta kesehatan lingkungan²).

Konsep arsitektur bioklimatik memiliki tanggung jawab tinggi terhadap lingkungan, memiliki tingkat keselarasan tinggi dengan iklim, dan penggunaan

¹ Ken Yeang, *Bioclimatic Skyscraper*, hal 1-10

² <http://www.smartarch.nlsmartgrid/index/html>

SOLO HEALTH & BODY CARE CENTER

Dengan Penekanan Penerapan Prinsip-Prinsip Bioclimatic Architecture

sistem utilitas yang sangat baik. Prinsip-prinsip arsitektur yang memperhatikan lingkungan adalah sebagai berikut:

1. Hemat energi (energy saving)

Bangunan yang memakai prinsip bioclimatic architecture diharapkan sedikit mungkin dalam mempergunakan sumber daya energi seperti minyak bumi, gas bumi, maupun batubara karena sumber energi semakin langka dan memerlukan waktu yang lama untuk pembentukan kembali. Untuk mengatasi hal ini maka bangunan harus dirancang untuk dapat memodifikasi iklim dan dapat beradaptasi dengan lingkungan. Salah satu caranya adalah dengan memanfaatkan daylighting secara optimal dengan penggunaan cahaya matahari sehingga penggunaan lampu listrik dapat diminimalkan. Penghawaan alami dapat dimaksimalkan dengan banyaknya bukaan pada bangunan searah aliran angin sehingga penggunaan AC dapat pula diminimalkan.

Perlakuan desain yang hemat energi dapat diterapkan dengan cara-cara sebagai berikut:³

- a. Bangunan dibuat memanjang dan tipis untuk memaksimalkan area pencahayaan alami dengan menghemat listrik.
- b. Memanfaatkan energi matahari (berupa infra merah dan spektrum cahaya) yang terpancar dalam bentuk energi termal sebagai sumber energi listrik dengan menggunakan alat photovoltaic yang diletakkan di atas atap. Sedangkan bentuk atap dibentuk miring dari atas bawah menuju dinding timur-barat atau sejajar dengan arah lintas matahari untuk mendapatkan sinar matahari secara maksimal.
- c. Memasang lampu listrik hanya pada bagian yang tingkat terangnya rendah dan menggunakan lampu meja pada bangunan dengan tingkat pekerjaan tinggi, dimana lampu tersebut hanya digunakan pada saat diperlukan. Dapat pula dipergunakan alat kontrol pengurangan cahaya lampu otomatis (dimmer control), sehingga lampu hanya memancarkan cahaya sebanyak yang dibutuhkan sampai tingkat terang tertentu.

³ TGA Komplek Stadion Bekasi dengan Pendekatan Bioclimatic Architecture

SOLO HEALTH & BODY CARE CENTER

Dengan Penekanan Penerapan Prinsip-Prinsip Bioclimatic Architecture

- d. Menggunakan sunscreen pada jendela yang secara otomatis dapat mengatur intensitas cahaya dan mencegah energi panas yang berlebihan masuk ke dalam ruangan.
- e. Mengecat interior bangunan dengan warna cerah namun tidak menyilaukan untuk meningkatkan intensitas cahaya.
- f. Meminimalisasi penggunaan energi untuk alat pendingin ruangan (ac) dan lift.

2. Perlindungan terhadap ekosistem

Penggunaan material bangunan seharusnya tetap mempertimbangkan aspek perlindungan ekosistem dan sumber daya alam (Brenda & Robert Vale, 1991:107). Tidak ada cukup sumber daya alam baru di bumi untuk membuat bahan bangunan bagi setiap generasi, untuk itu dalam membuat bangunan perlu memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

- a. Membuat bangunan yang mempunyai efektivitas fungsi untuk keperluan di masa kini dan masa yang akan datang, selain itu ruang-ruang yang ada merupakan ruang yang berfungsi banyak, sehingga dapat dipergunakan untuk berbagai keperluan bersama.
- b. Menggunakan bahan bangunan alam yang mengalami transformasi sederhana serta menggunakan bahan bangunan yang dapat diperbaharui/digunakan kembali.

3. Memperhatikan kenyamanan pengguna

Keterkaitan kondisi pengguna bangunan dengan bioclimatic architecture sangat erat dalam menjaga produktivitas kerja. Hal keterkaitan tersebut dapat dicontohkan seperti polusi atau yang lebih luas lagi pengaruhnya terhadap pemanasan global dan kerusakan lapisan ozon. Hal-hal tersebut dapat diaplikasikan dengan cara:

- a. Lebih memilih pencahayaan dan penghawaan alami daripada penggunaan lampu listrik dan AC guna menghindarkan pemakai dari kemungkinan masalah kesehatan.
- b. Apabila harus menggunakan AC dapat memilih AC dengan teknologi ramah lingkungan, misalnya tidak menggunakan CFC.

- c. Melibatkan pemakai bangunan dan tenaga ahli dari bidang lain di dalam perencanaan suatu bangunan sehingga menghasilkan bangunan yang bermutu tinggi.

4. Berpengaruh baik terhadap kesehatan pengguna

Dengan memanfaatkan lingkungan yang sehat dan penataan bioclimatic architecture bangunan tentu memiliki dampak positif bagi kesehatan pengguna. Hal tersebut didapatkan dengan cara sebagai berikut:

- a. penggunaan bahan-bahan yang tidak mengandung racun dan tidak mengganggu kenyamanan pengguna.
- b. Menjaga kondisi lingkungan agar tetap terjaga ekosistem hijaunya sehingga peredaran dan siklus oksigen dapat terus berjalan terutama pada siang hari untuk mengimbangi polusi yang terjadi.

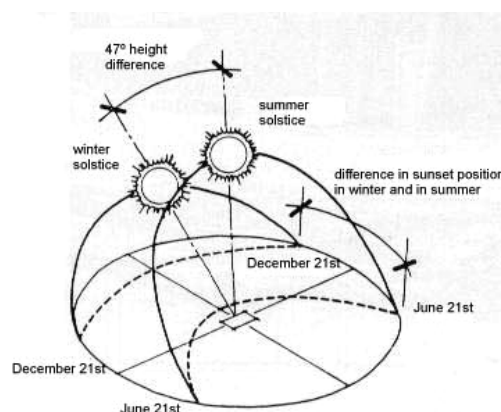
III.2 ASPEK-ASPEK BIOKLIMATIK

- | | |
|--------------------------------|-------------------------------|
| 1. cahaya dan radiasi matahari | 4. curah hujan dan kelembaban |
| 2. suhu | 5. air |
| 3. angin | 6. vegetasi |

Penjelasan dari aspek-aspek Bioklimatik di atas adalah sebagai berikut:

1. Cahaya dan Radiasi Matahari

Matahari adalah sumber energi yang alami. Pancaran sinar matahari sebagai sumber cahaya alami dibutuhkan makhluk hidup di dunia. Sinar matahari terdiri dari berbagai macam sinar, antara lain ultra violet, infra merah, cahaya terang dan sinar dari alam semesta (kosmis). Pengaruh yang ditimbulkan akibat pergerakan matahari terhadap tingkat pencahayaan alami di dalam bangunan antara lain efek sinar panas, kenaikan suhu, efek penyilauan dan radiasi.

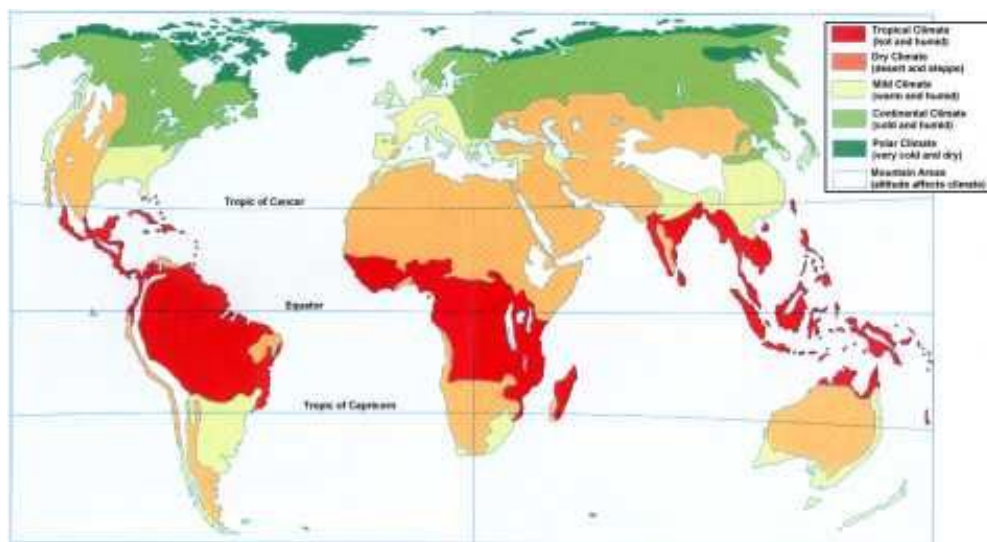


Gb.3.1 Garis Peredaran matahari
Sumber :
www.geocities.com/mleandror.htm

SOLO HEALTH & BODY CARE CENTER

Dengan Penekanan Penerapan Prinsip-Prinsip Bioclimatic Architecture

Kondisi penyinaran cahaya matahari dipertimbangkan terhadap lokasi dalam kaitannya dengan garis peredaran matahari. Daerah di sekitar khatulistiwa mendapatkan radiasi matahari relatif cukup tinggi. Bidang penerima yang banyak menerima sinar matahari adalah tanah halaman, jalan dan permukaan atap. Pemakaian plat beton atau batu penutup yang mudah menjadi panas dan memancarkan panas ke dalam ruangan sebaiknya diganti dengan rumput atau tanah. Terutama rumput sebab penguapan dapat menurunkan temperatur di atas tanah sekeliling bangunan (*Mangunwijaya, 1994:112*).



Gb.3.2 Peta persebaran Iklim dunia

Sumber: <http://www.arch.hku.hk>

Untuk mengetahui kapan matahari tersedia pada tapak, dapat ditentukan dengan menentukan posisi matahari dari segi altitude dan azimuth. Sinar matahari yang jatuh pada permukaan akan membentuk sudut dan sudut ini turut menentukan besarnya radiasi matahari. Semakin besar sudut sinar matahari (mendekati 90°) semakin besar pula konsentrasi radiasi sinar matahari. Sebaliknya semakin kecil sudut sinar matahari, semakin kecil pula radiasi matahari yang terjadi. Sementara bumi dengan kemiringan porosnya ($23,5^\circ$ dari poros vertikal) mengakibatkan garis khatulistiwa dengan garis orbit bumi terhadap matahari membentuk sudut $23,5^\circ$ ke utara pada permukaan yang disinari matahari di siang hari. Hal ini menyebabkan sinar matahari mempunyai kecenderungan miring ke selatan pada saat jatuh ke permukaan bumi. Kondisi ini mengakibatkan bagian selatan akan lebih

SOLO HEALTH & BODY CARE CENTER

Dengan Penekanan Penerapan Prinsip-Prinsip Bioclimatic Architecture

banyak menerima panas dibandingkan sisi utara. Hal yang sama pula terjadi pada bangunan, dimana sisi bangunan yang menghadap selatan akan lebih panas dibandingkan yang menghadap utara. Panas matahari yang tertinggi pada siang hari terjadi sekitar pukul 11.00 hingga 16.00 (Sudarwanto, hal 105).

Berikut ini tabel sudut maksimum yang terjadi antara matahari dengan permukaan bumi. (<http://www.geog.ouc.bc.ca/physgeog/contents/7u.html>)

Tabel 3.1

| Lokasi | Vernal Equinox March 21/22 | Summer Solstice June 20/21 | Autumnal Equinox September 22/23 | Winter Solstice December 21/22 |
|---------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Lintang | | | | |
| 90° N | 0° | 23.5° | 0° | - 23.5° |
| 70° N | 20° | 43.5° | 20° | -3.5° |
| 66.5° N | 23.5° | 47° | 23.5° | 0° |
| 60° N | 30° | 53.5° | 30° | 6.5° |
| 50° N | 40° | 63.5° | 40° | 16.5° |
| 23.5° N | 66.5° | 90° | 66.5° | 43° |
| 0° | 90° | 66.5° | 90° | 66.5° |
| 23.5° S | 66.5° | 43° | 66.5° | 90° |
| 50° S | 40° | 16.5° | 40° | 63.5° |
| 60° S | 30° | 6.5° | 30° | 53.5° |
| 66.5° S | 23.5° | 0° | 23.5° | 47° |
| 70° S | 20° | -3.5° | 20° | 43.5° |
| 90° S | 0° | - 23.5° | 0° | 23.5° |

Sinar matahari selain banyak manfaat juga dapat memberi pengaruh kurang baik terhadap aktivitas dalam bangunan misalnya terjadi kesilauan dan naiknya suhu dalam ruangan jika pemasukan sinar matahari tidak terkontrol. Fenomena ini dapat diantisipasi dengan pembuatan pelindung matahari. Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam mendesain pelindung matahari ini antara lain:

- Posisi matahari (penentuan latitude dan azimuth matahari)
- Waktu pembayangan, jam berapa saja perlindungan terhadap sinar matahari diperlukan
- Sudut pembayangan yang meliputi sudut bayangan horizontal dan sudut bayangan vertikal

SOLO HEALTH & BODY CARE CENTER

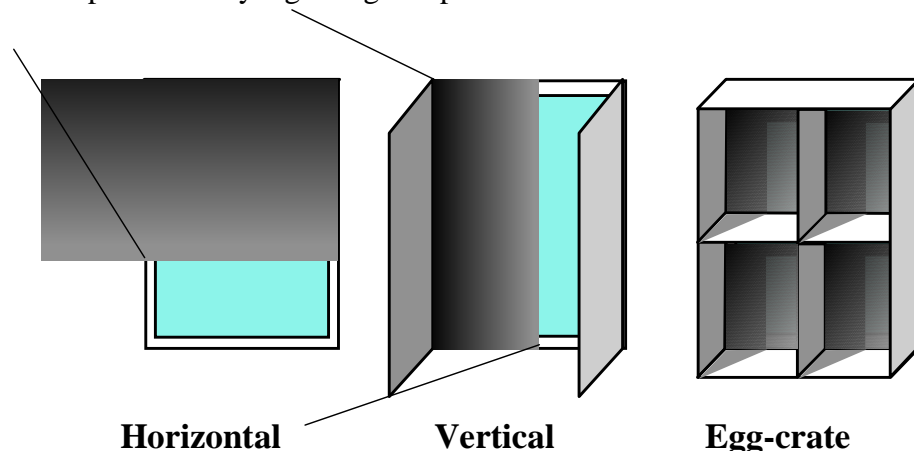
Dengan Penekanan Penerapan Prinsip-Prinsip Bioclimatic Architecture

d. Jenis pelindung matahari disesuaikan dengan arah bukaan. Berikut ini jenis bukaan sesuai orientasi bukaannya (Apriyanto, 2003:66)

Tabel 3.2

| Orientasi | Jenis pelindung matahari |
|-----------|-----------------------------------------------|
| utara | Tidak terlalu dibutuhkan |
| timur | Pelindung matahari vertikal, dapat digerakkan |
| selatan | Pelindung matahari horizontal, tetap |
| barat | Pelindung matahari vertikal, dapat digerakkan |

- Horizontal shading digunakan untuk mengantisipasi sinar matahari dari ketinggian, yang biasanya jatuh pada permukaan utara dan selatan (di wilayah tropis)
- Vertical shading digunakan untuk mengantisipasi sinar matahari dengan sudut rendah biasanya jatuh pada permukaan timur dan barat
- Egg crate shading (bentuk wadah telur) adalah kombinasi vertical shading dan horizontal shading yang cocok untuk permukaan yang menghadap antara kedua arah ekstrim



Gb.3.3 Contoh bentuk shading

e. Dimensi pelindung matahari yang disesuaikan dengan dimensi bukaan yang perlu dibayangi. Ini dapat ditentukan dengan rumus:

$$H. \text{ tg } Al = V. \cos A$$

H= Lebar pelindung

matahari

Al= Altitude matahari

V= Tinggi bukaan yang

harus dibayangi/dinaungi

A= Azimuth matahari

SOLO HEALTH & BODY CARE CENTER

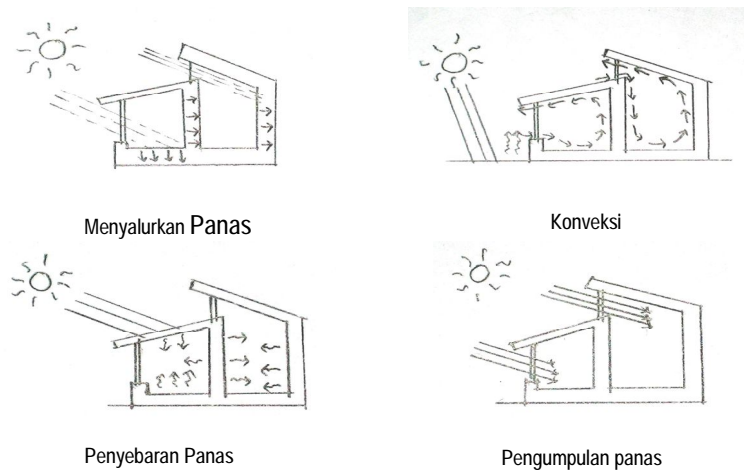
Dengan Penekanan Penerapan Prinsip-Prinsip Bioclimatic Architecture

2. Suhu

Suhu berkaitan dengan temperatur udara. Tinggi rendah suhu suatu tempat dipengaruhi oleh :

- Susunan gunung, lembah dan daratan
- Bidang air yang luas
- Ketinggian tempat dari permukaan laut
- Keluasan pulau dan kondisi tumbuhan
- Kelembaban, keadaan awan dan arus angin

Suhu di dalam bangunan terjadi karena perubahan panas matahari menjadi kalor yang masuk dalam ruangan melalui hantaran atau saluran panas, konveksi dan radiasi/penyebaran panas.



Gb.3.4 Proses hantaran panas matahari mengakibatkan perubahan suhu
(Sumber : Neufert, 1999;49)

Pengaruh dari suhu terhadap ruangan dapat diatur dengan konstruksi atap yang selain dapat melindungi manusia terhadap cuaca, juga memberi perlindungan terhadap radiasi panas dengan system penyejuk udara secara alamiah. (Frick, Heinz/Purwanto, LMF. *Sistem bentuk struktur Bangunan. Seri konstruksi arsitektur 1:116*)



Gb.3.5 Atap sebagai pelindung bangunan dari
radiasi matahari dan hujan

Selain itu, juga dapat diatur dengan memperhatikan letak, bentuk dan lapisan permukaan gedung karena bidang yang kurang panas selalu mau menerima panas dari bidang yang lebih panas.

3. Angin

Angin merupakan pergerakan udara yang terjadi dari daerah yang bertekanan tinggi ke daerah yang bertekanan rendah. Biasanya daerah yang bertekanan tinggi memiliki suhu yang lebih rendah sehingga angin bertiup dari tempat yang dingin ke tempat yang lebih panas.

Di daerah tropis, angin yang terjadi merupakan angin musiman yang bertiup dari arah barat laut ke tenggara dengan membawa butir-butir air yang kemudian menjadi hujan. Angin ini bersifat basah dan mempunyai suhu yang rendah serta dapat dimanfaatkan untuk pendingin udara alami. Demikian juga sebaliknya ketika musim kemarau angin berhembus dari tenggara ke barat laut. Angin ini bersifat kering dan cenderung panas. Angin inilah yang perlu dikendalikan untuk menciptakan *microclimate* yang nyaman (Sudarwanto, hal 105).

Pergerakan udara merupakan faktor penting dalam perancangan karena dapat mempengaruhi kondisi udara dalam bangunan. Pergerakan udara akan menimbulkan pelepasan panas dari permukaan kulit oleh penguapan. Pada daerah lembab diperlukan sirkulasi angin secara terus-menerus untuk memindahkan kandungan air dalam udara (Lippsmeier, 1994:103). Tiga fungsi angin yaitu kualitas udara, penghindaran penerimaan dan percepatan pelepasan panas dan kenyamanan. Oleh B. Givoni disebut *health ventilation*, mengacu pada:

- i. Pemeliharaan kualitas udara dengan mengganti udara *indoor* dengan udara segar *outdoor*.
- ii. *Structural cooling ventilation* yaitu metode pendinginan ketika temperatur udara *indoor* lebih tinggi daripada temperatur udara *outdoor*.
- iii. *Thermal comfort ventilation* yaitu pengurangan panas dan uap air dari tubuh ke udara di sekitarnya.

Pergerakan udara pada dasarnya hampir sama dengan pola pergerakan air, yaitu:

- a. Laminar, pergerakan udara linier

SOLO HEALTH & BODY CARE CENTER

Dengan Penekanan Penerapan Prinsip-Prinsip Bioclimatic Architecture

- b. Turbulent, pergerakan udara melingkar
 - c. Separated, pergerakan udara dengan kerapatan partikel air yang berbeda
- Faktor yang mempengaruhi perubahan pergerakan udara adalah :
- a. Udara yang bergerak mempunyai inertia dapat dipisahkan oleh elemen seperti bangunan, pohon, topografi, semak, mobil, orang, dan sebagainya.
 - b. Friksi yang ditimbulkan oleh air yang bergerak melewati tanah dan air menurunkan kecepatan pergerakan udara dan terkadang mengubah pola.
 - c. Kekuatan dan tekanan angin yang bekerja, baik secara terpisah ataupun bersama-sama menciptakan perbedaan yang dapat menimbulkan pergerakan udara.

Dalam pengarahan pergerakan udara ke dalam bangunan untuk keperluan penghawaan alami maupun memindahkan panas dalam ruangan dapat diupayakan melalui:

- a. Orientasi bangunan
- b. Bentuk bangunan
- c. Bukaannya pada bangunan
- d. Vegetasi

4. Curah hujan dan kelembaban

Kadar kelembaban tergantung pada curah hujan dan suhu udara. Semakin tinggi suhu udara maka semakin tinggi pula kemampuan udara menyerap air sehingga udara berkurang kadar kelembabannya

Kelembaban udara dalam ruang dipengaruhi :

- Air hujan yang mengenai bangunan
- Kelembaban udara di luar bangunan
- Daya kapiler air hujan pada bahan
- Kondensasi (pengembunan) dan difusi

Khusus untuk daerah iklim tropis lembab seperti di Indonesia yang bercurah hujan banyak dan berciri sangat lembab, hal mengenai kelembaban harus sangat diperhatikan. Kelembaban ruangan membawa bahaya dan kerugian berupa :

- Mempermudah tumbuhnya penyakit, terutama rematik bagi orang-orang lanjut usia dan anak-anak yang berpembawaan penyakit dada dan sebagainya.

SOLO HEALTH & BODY CARE CENTER

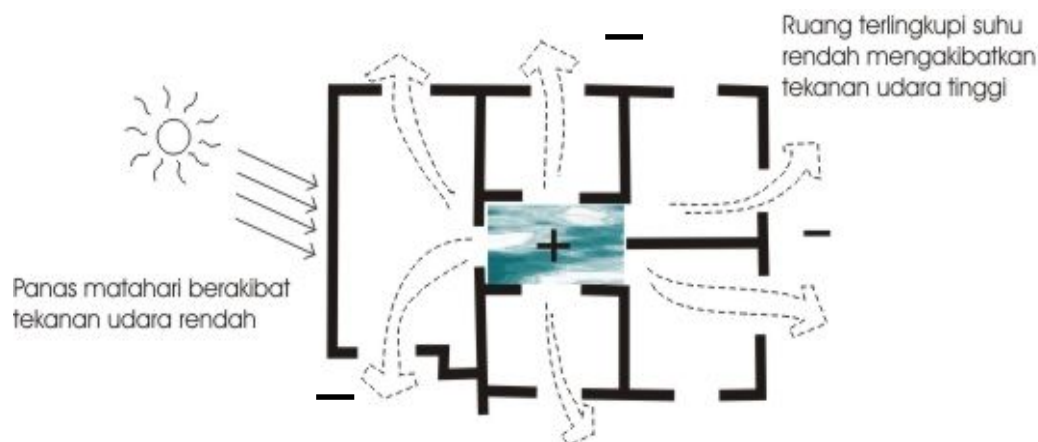
Dengan Penekanan Penerapan Prinsip-Prinsip Bioclimatic Architecture

- Dari segi ketahanan unsur-unsur bangunan, menunjang tumbuhnya jamur dan organisme-organisme pembusukan kayu, pengkaratan logam, pengembangan dan pengeriputan panel serta bahan pelat yang tidak kedap air, seperti karton, hardboard, lapisan-lapisan cat tembok, rontoknya plesteran, dan sebagainya.
- Dari segi keindahan, cat-cat dan bahan-bahan berubah warna serba tidak teratur.
- Penumbuhan jamur, cendawan, dsb. Menimbulkan bau busuk dan membuat udara ruangan tidak sehat. (Lippsmeier, 1994:25)

Kelembaban unsur bangunan datang dari :

- Perembesan air hujan dari luar ke dalam dinding dan atap.
- Penyusupan air hujan melalui selah-selah pintu, jendela dan tempat-tempat sambungan lain yang tidak rapat dan yang dihisap oleh daya kapiler itu sendiri.
- Kondensasi uap air di dalam ruangan atau di dalam unsur bangunan
- Difusi melalui lapisan bahan bangunan
- Penyusupan air dari bawah, dari tanah melalui pondasi, dinding atau lantai keatas (daya kapiler).

Kelembaban udara dalam ruang dapat dikurangi dengan mengalirkan udara ke dalam ruangan. Pengaliran udara di dalam ruang dengan prinsip perbedaan suhu dan tekanan antar ruang.



Gb.3.6 Aliran Udara pada bangunan akibat pengaruh perbedaan suhu dan tekanan

(Sumber : Mangunwijaya, 2000:149)

SOLO HEALTH & BODY CARE CENTER

Dengan Penekanan Penerapan Prinsip-Prinsip Bioclimatic Architecture

5. Air

Badan air dalam bentangan alam sangat berpengaruh pada iklim mikro. Akibat panas matahari, air akan menguap dan menambah jumlah butir-butir uap air di udara (evaporasi), sehingga udara dalam level permukaan tanah akan lebih lembab dan suhunya akan lebih rendah. Suhu suatu badan air akan meningkat dengan lambat jika terkena panas matahari sepanjang siang hari. Dengan demikian air akan terus menyerap panas dan selanjutnya menurunkan suhu udara pada level permukaan tanah.

Pada aplikasi dalam merancang suatu tapak, badan air dapat direncanakan pada area dimana mendapat penyinaran radiasi sinar matahari yang tertinggi. Panas matahari yang sedang terik-teriknya akan diserap oleh badan air, sehingga suhu di sekitarnya akan turun. Selain itu penggunaan badan air juga dapat ditempatkan dalam suatu bangunan (inner court) untuk menaikkan kelembaban udara dan menurunkan suhu lingkungan suatu bangunan atau kompleks bangunan. Penurunan suhu dan kenaikan kelembaban udara dapat ditingkatkan dengan memancarkan air ke udara (water fountain).



Gb.3.7 Contoh badan air pada bangunan

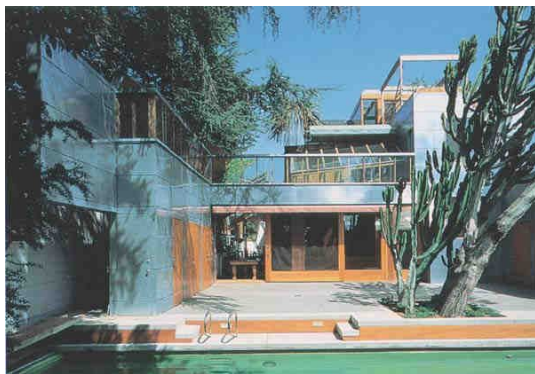
Sifat badan air lainnya adalah dapat memantulkan cahaya walaupun sedikit. Pemantulan cahaya oleh air ini efektif jika sudut sinar matahari berada pada angka yang kecil (pagi dan sore hari). Potensi ini dapat pula dimanfaatkan sebagai sumber pencahayaan alami dengan memantulkan sinar matahari pada ruang-ruang yang diinginkan. Pemantulannya dapat dimaksimalkan dengan pembuatan kolam di dalam bangunan yang langsung mendapat sinar matahari. Pada tengah hari sinar matahari akan menyentuh kolam dan memantulkan cahaya ke sekitarnya.

SOLO HEALTH & BODY CARE CENTER

Dengan Penekanan Penerapan Prinsip-Prinsip Bioclimatic Architecture

6. Vegetasi

Tumbuh-tumbuhan mempunyai kemampuan dalam mengendalikan temperatur dan kelembaban. Fungsi tanaman sebagai pengendali kelembaban dan temperatur lingkungan terkait langsung dengan siklus hidrologi yang dialami oleh tumbuhan. Proses tersebut adalah evapotranspirasi yaitu proses penguapan air dari tanah lewat permukaan daun. Karena tumbuhan dapat berperan sebagai absorban radiasi sinar matahari dan untuk proses evapotranspirasi tersebut memerlukan panas, maka tanaman dapat menurunkan suhu lingkungannya. Pada daerah yang ditumbuhi tanaman, kecepatan turbulensi angin akan lebih kecil dan masa udara yang mengandung uap air tidak akan bergerak terlalu cepat, sehingga kelembaban lebih besar (sekitar 70%) dan temperatur udara lebih rendah (bisa mencapai lebih rendah 148C daripada terbuka).



Gb.3.8 Penggunaan vegetasi untuk mengendalikan temperatur dan kelembaban

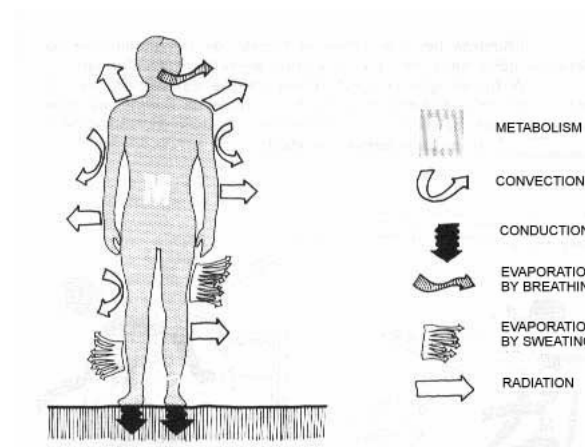
Kelembaban yang mendekati angka kenyamanan terdapat pada bagian pohon dengan kerapatan daun yang rendah. Dengan demikian untuk menciptakan kelembaban iklim mikro yang nyaman maka dapat dipilih tanaman-tanaman dengan ketinggian dahan terbawah berada pada skala manusia ketika tanaman tersebut dewasa. Sedangkan untuk mengendalikan kecepatan angin dipilih tanaman dengan kerapatan daun sedang.

III.3 PENGARUH IKLIM TERHADAP KENYAMANAN

Kenyamanan adalah kondisi ideal pada seseorang untuk beraktivitas pada level yang optimal. Kenyamanan ini dipengaruhi oleh faktor fisik dan non fisik. Faktor fisik itu berupa :

a. Temperatur Udara (DB)

Temperatur udara (DB) mengacu pada temperatur udara dalam ruang. Temperatur (suhu) yang nyaman menurut YB. Mangunwijaya adalah 18°C - 25° . Kecepatan udara dan pergerakan udara dapat memindahkan panas berlebih. Ketika temperatur udara di bawah temperatur bahan, peningkatan kecepatan angin menghasilkan efek pendinginan yang meningkat seiring dengan penurunan temperatur udara. Efek pendinginan lebih besar dari efek pemanasan sampai temperatur udara 6104°F (640°C). saat itu efek pemanasan lebih besar. Pada kelembaban sedang, pergerakan udara mempercepat evaporasi keringat dengan memindahkan udara jenuh dari kulit dan mengganti udara tidak jenuh. Kecepatan angin (udara) nikmat menurut YB. Mangunwijaya adalah $0,15\text{ m/s}$ – $0,25\text{ m/s}$.



Gb.3.9 Pengaruh suhu terhadap manusia
Sumber : www.geocities.com/mleandror.htm

Clothing (pakaian) juga dapat memberikan efek yang signifikan pada aliran panas di sekitar tubuh. Selain itu metabolis rate ketika beraktivitas dengan sejumlah energi yang dikeluarkan tubuh dapat berubah menjadi panas berlebihan dan menyebabkan stoke. Metabolis rate yang bagus meningkat seiring dengan peningkatan aktivitas.

b. Mean Radian Temperature (MRT)

Mean radian temperatur (MRT) merupakan efek temperatur permukaan sekitarnya. Meski tidak langsung berhubungan dengan tubuh, tetapi

berpengaruh pada persepsi mengenai temperatur karena kemampuannya untuk menyerap atau memancarkan kembali energi radiasi matahari.

c. Kelembaban Udara (RH)

Kelembaban udara (RH) adalah perbandingan kelembaban udara dengan kelembaban udara jenuh. Kelembaban yang nyaman ada di sekitar 40-70%.

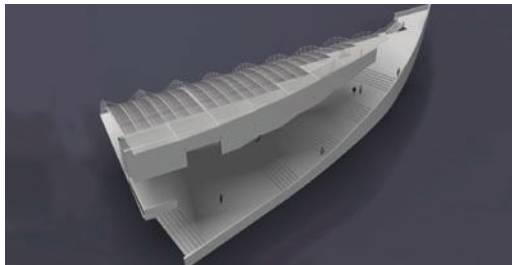
III.4 PRINSIP PERANCANGAN BIOCLIMATIC ARCHITECTURE

1. Hemat Energi

Bangunan berdiri dengan mandiri, tanpa ketergantungan akan energi minyak bumi dalam operasionalnya, dikarenakan ketersediaan energi minyak bumi semakin langka dan memerlukan waktu yang lama untuk menghasilkannya kembali. Untuk itu maka bangunan harus dirancang untuk dapat memodifikasi iklim guna memenuhi kebutuhan penghuninya.

Perlakuan desain yang hemat energi dapat diterapkan dengan cara :

a. Bangunan dibuat memanjang dan tipis untuk memaksimalkan area pencahayaan alami dengan menghemat energi listrik.

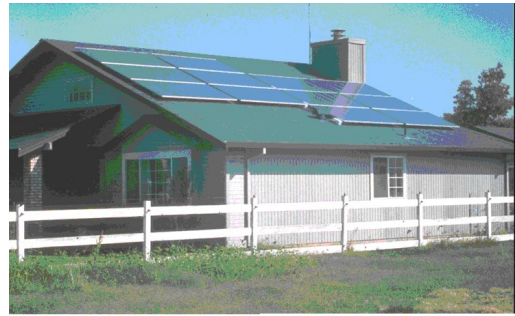
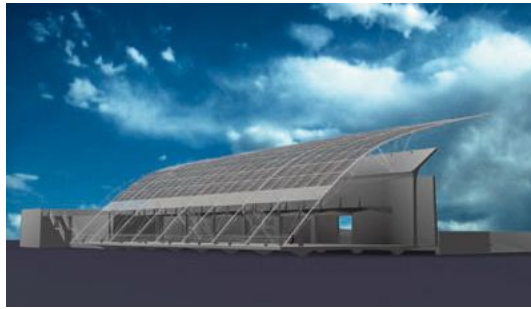


Gb.3.10 Desain tipis-panjang

b. Memanfaatkan energi matahari (berupa inframerah dalam spectrum cahaya) yang terpecah dalam bentuk energi thermal sebagai sumber energi listrik dengan menggunakan alat photovoltaic yang diletakkan di atas atap. Sedangkan bentuk atap didesain miring dari atas bawah menuju dinding timur-barat atau sejajar dengan arah lintas matahari untuk mendapatkan sinar matahari secara maksimal.

SOLO HEALTH & BODY CARE CENTER

Dengan Penekanan Penerapan Prinsip-Prinsip Bioclimatic Architecture



Gb.3.11 Penggunaan atap miring untuk tempat memasang solar panel

- c. Memasang lampu listrik hanya pada bagian yang tingkat terangnya rendah dan menggunakan lampu meja pada bangunan dengan tingkat pekerjaan tinggi, dimana lampu tersebut hanya digunakan pada saat diperlukan. Selain itu menggunakan alat kontrol pengurangan cahaya lampu otomatis (dimmer control), sehingga lampu hanya memancar cahaya sebanyak yang dibutuhkan sampai tingkat terang tertentu.
- d. Menggunakan sunscreen pada jendela yang secara otomatis dapat mengatur intensitas cahaya dan mencegah energi panas yang berlebihan masuk ke dalam ruangan.



Gb.3.12 Sunscreen pada jendela

- e. Mengecat interior bangunan dengan warna cerah tapi tidak menyilaukan untuk meningkatkan intensitas cahaya.
- f. Bangunan tidak menggunakan pemanas buatan, semua panas yang ada dihasilkan oleh penghuni dan energi matahari melalui jendela.
- g. Meminimalisasi penggunaan energi untuk alat pendingin ruangan / AC dan lift.

SOLO HEALTH & BODY CARE CENTER

Dengan Penekanan Penerapan Prinsip-Prinsip Bioclimatic Architecture

2. Menyesuaikan dengan iklim

Bangunan yang didesain melalui pendekatan Bioclimatic architecture beradaptasi dengan lingkungannya, bukan mengadaptasikan lingkungan terhadap dirinya. Hal ini dilakukan dengan memanfaatkan kondisi alam, iklim dan lingkungan sekitar ke dalam bentuk dan pengoperasian bangunan, misalnya dengan memanfaatkan cahaya matahari untuk pencahayaan dan memanfaatkan gerakan udara untuk penghawaan bangunan.

3. Material bangunan

Penggunaan material bangunan yang sesuai dengan kondisi iklim setempat dan mempertimbangkan aspek perlindungan ekosistem dan sumber daya alam. Pemilihan material hendaknya memikirkan sifat-sifat fisiknya sehingga dapat memberikan efek yang baik pada pengkondisian kenyamanan dalam ruang. Pemilihan material bangunan pada iklim tropis basah diutamakan yang memiliki *heat inertia* yang tinggi. Bahan ini memiliki sifat mudah menyerap kalor dari lingkungannya namun sukar untuk menyalurkannya kembali ke lingkungan sehingga ruangan tidak mudah mengalami *overheat* karena penyerapan panas oleh material selama penyinaran matahari. Hal ini penting karena untuk mendapatkan kenyamanan di daerah iklim tropis, sedapat mungkin mengurangi penggunaan material yang mudah menyerap panas dan mudah menyalurkannya ke lingkungannya sehingga ruangan tidak cepat panas.

III.5 PENGARUH PRINSIP PERANCANGAN BIOCLIMATIC ARCHITECTURE PADA BANGUNAN

Prinsip-prinsip perancangan bioclimatic architecture, apabila diaplikasikan dalam bangunan, akan berpengaruh terhadap hal-hal sebagai berikut :

1. Lay-out,

a. Tata Letak Massa dan Bentuk Massa Bangunan

Tiga faktor utama yang menentukan bagi perletakan bangunan adalah:
(Lippsmeier, 1994:101)

- Radiasi matahari

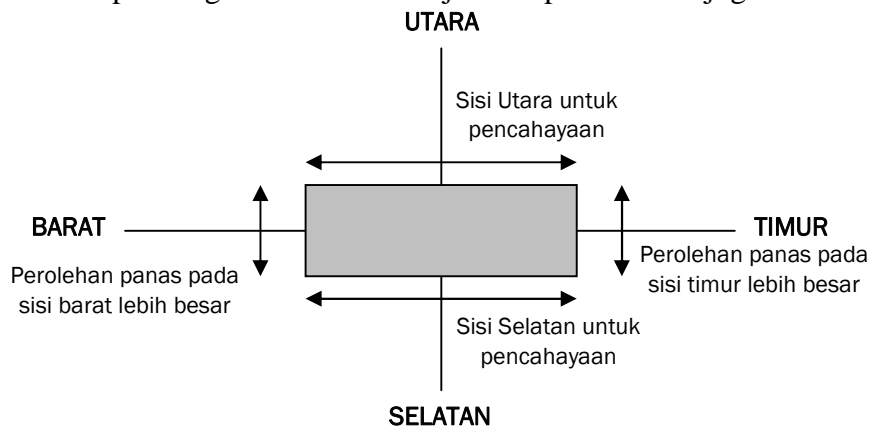
SOLO HEALTH & BODY CARE CENTER

Dengan Penekanan Penerapan Prinsip-Prinsip Bioclimatic Architecture

Bangunan dibuat tipis dan memanjang untuk memaksimalkan area bangunan yang menghadap ke arah selatan dan utara. Pada bangunan berbentuk tipis memanjang, orientasinya terhadap sinar matahari lebih menentukan dibandingkan dengan bujur sangkar, karena setiap pasangan fasade menerima beban utama radiasi matahari yang berarti pemanasan.

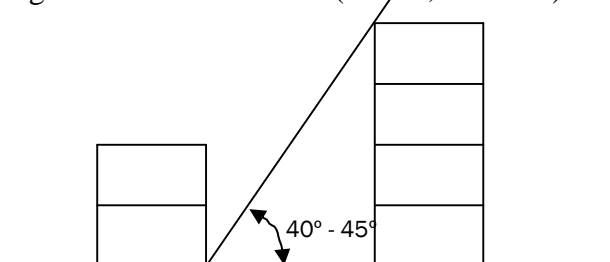
Orientasi bangunan terhadap sinar matahari yang paling cocok dan menguntungkan adalah mengarah dari timur ke barat, sehingga bagian utara-selatan dapat menerima cahaya tanpa kesulitan. (Frick & Suskiyatno, 1988:56)

Sudut jatuh sinar matahari juga perlu diperhatikan, semakin curam, semakin besar penerimaan energi panas. Ini berarti bahwa fasade selatan dan utara menerima lebih sedikit panas dibandingkan dengan fasade barat dan timur. Karena itu sisi bangunan yang sempit harus diarahkan pada posisi matahari rendah, berarti arah barat dan timur tidak dapat dihindari, maka pandangan bebas melalui jendela pada sisi ini juga harus dicegah.



Gb.3.13 Bentuk Bangunan berdasarkan pergerakan matahari
(Sumber : Dokumen Pribadi, 2005)

Posisi massa bangunan harus berada dalam jarak tertentu agar tidak menghalangi cahaya yang masuk terhadap bagian massa yang lainnya. Sudut penjarakan minimum agar cahaya dapat tetap masuk dengan baik ke dalam bangunan adalah $40^\circ - 45^\circ$. (Brown, 1990:72)



Gb.3.14 Jarak antar bangunan
(Sumber : Prima Adri, 2004:IV-18)

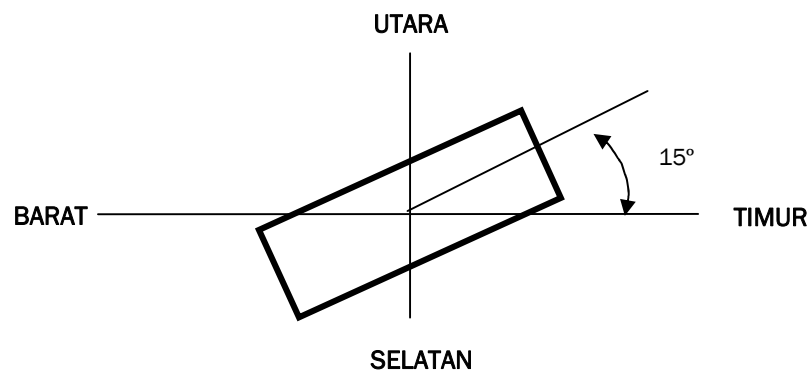
SOLO HEALTH & BODY CARE CENTER

Dengan Penekanan Penerapan Prinsip-Prinsip Bioclimatic Architecture



Gb.3.15 Courtyard yang terbentuk karena adanya jarak antar bangunan

Orientasi bagian yang menghadap matahari tidak boleh menyimpang lebih dari 15° terhadap arah selatan. Penyimpangan ke arah tenggara lebih menguntungkan dibandingkan ke arah barat daya (*Stitt, 1999:46*)



Gb.3.16 Orientasi Bangunan berdasarkan pergerakan matahari
Sumber : Dokumen Pribadi, 2005

- Arah dan kekuatan angin.

Ventilasi silang merupakan faktor yang sangat penting bagi kenyamanan ruang. Oleh karena itu, pada daerah iklim tropika basah, posisi bangunan yang melintang terhadap arah angin utama lebih penting dibandingkan dengan perlindungan terhadap sinar matahari. Orientasi terbaik adalah posisi yang memungkinkan terjadinya ventilasi silang selama mungkin, bila mungkin 24 jam tanpa bantuan peralatan mekanis, yaitu meletakkan bangunan menghadap arah hembusan angin dengan sudut 20° sampai dengan 70° dari arah angin. Cara ini menghasilkan putaran angin yang menciptakan ventilasi yang baik.

- Topografi

Pemanasan tanah dan intensitas pemantulan dapat dikurangi dengan pemilihan lokasi yang sudut miringnya sekecil mungkin terhadap cahaya matahari. Tetapi pengubahan topografi yang ada, bila mungkin, akan

SOLO HEALTH & BODY CARE CENTER

Dengan Penekanan Penerapan Prinsip-Prinsip Bioclimatic Architecture

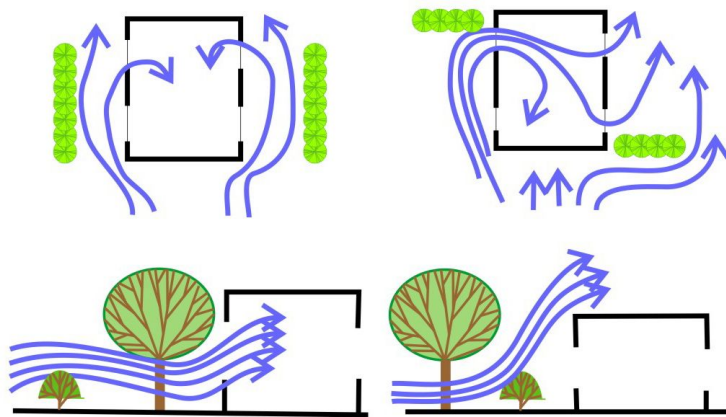
memakan biaya yang besar, sehingga perbaikan iklim ini hanya dapat dilakukan pada pemilihan lokasi bangunan. Sifat permukaan di dekat bangunan sangat mempengaruhi iklim mikro.

2. Lansekap

- Vegetasi

Kelembaban yang mendekati angka kenyamanan terdapat pada bagian pohon dengan kerapatan daun yang rendah. Dengan demikian untuk menciptakan kelembaban iklim mikro yang nyaman maka dapat dipilih tanam-tanaman dengan ketinggian dahan terbawah berada pada skala manusia ketika tanaman tersebut dewasa. Sedangkan untuk mengendalikan kecepatan angin dipilih tanaman dengan kerapatan daun sedang.

Kondisi angin musim maupun angin iklim mikro dapat diarahkan masuk ke dalam bangunan dengan menanam tanaman pengarah atau mengatur posisi bangunan.



Gb.3.17 Tanaman Pengarah arah angin
(Sumber : Suskiyatno, 1998: 60)



Gb.3.18 Penggunaan vegetasi untuk
mengarahkan angin

SOLO HEALTH & BODY CARE CENTER

Dengan Penekanan Penerapan Prinsip-Prinsip Bioclimatic Architecture

- **Badan air**

Badan air dalam hal ini dapat berupa air mancur, kolam, aliran air/ sungai kecil, dan air terjun/ semprotan air. Pendinginan dengan air ini perlu dikontrol apabila kelembaban udara terus meningkat dan disesuaikan dengan kebutuhan / kenyamanan penggunanya, khususnya pada musim hujan/ musim dingin.



Gb.3.19 Air sebagai pendingin udara

3. Tata Letak Ruang

Tata letak ruang disusun dengan pertimbangan karakteristik dan persyaratan yang dibutuhkan oleh sebuah ruang. Ruang-ruang yang memiliki tingkat kebutuhan pencahayaan yang tinggi, diletakan pada bagian tepi bangunan, sedangkan yang tidak begitu membutuhkan pencahayaan, diletakan di tengah bangunan. Disamping itu, peletakan ruang perlu diperhatikan untuk mendukung sistem ventilasi silang agar penghawaan alami di dalam ruang bisa tercapai.

4. Penampilan Bangunan

a. Posisi Bukaan

Arah angin pada musim panas dipengaruhi oleh angin timur laut. Sementara pada musim penghujan dipengaruhi oleh angin barat daya. Selain itu juga dipengaruhi oleh iklim mikro pada tapak. Bukaan bangunan berorientasi pada arah angin untuk meningkatkan keefektifan dari ventilasi silang. (*Suskiyatno, 1998:56*)

Ventilasi efektif dapat dicapai apabila angin tidak datang dari arah tegak lurus dengan jendela. Bukaan harus tegak lurus terhadap arah angin utama. Batas penyimpangan orientasi sampai 30% dari posisi tegak lurus (*Lippsmeier, 1994:90*)

SOLO HEALTH & BODY CARE CENTER

Dengan Penekanan Penerapan Prinsip-Prinsip Bioclimatic Architecture

Lubang masuk udara harus diletakan pada zona tekanan positif dan lubang keluar udara pada zona tekanan negatif. Hal ini akan menghasilkan kondisi terbaik untuk pengaliran udara. Penempatan bukaan juga harus diperhatikan sehingga udara mengalir pada daerah dimana manusia berada tanpa mengganggu area lainnya.

Upaya mengalirkan udara kedalam ruang-ruang dengan system ventilasi yang diperoleh dengan memanfaatkan perbedaan bagian-bagian ruang yang memiliki perbedaan suhu yang juga berarti memiliki perbedaan tekanan. Memperhatikan iklim mikro, udara mengalir dari daerah bertekanan tinggi (dingin) ke daerah bertekanan rendah (panas). (*Mangunwijaya, 1988 : 144*)

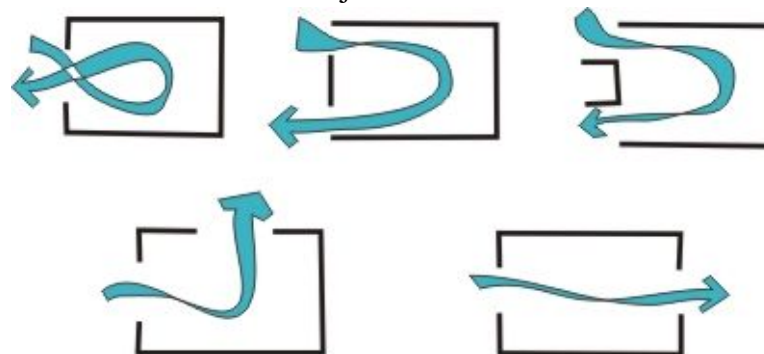
Pengaturan suhu dapat dilakukan dengan mengatur tata letak ruang sesuai kebutuhan cahaya siang, menyinari ruang, meneduhi sisi bangunan atau dengan lansekap.

Aliran udara di dalam ruangan melalui ventilasi membentuk pola sirkulasi udara yang dipengaruhi oleh posisi, ukuran dan jumlah lubang masuk (*inlet*) dan lubang keluar (*outlet*) pada bangunan. Ventilasi silang perbedaan suhu secara prinsip terdiri dari :

- Pola Sirkulasi udara horizontal

Secara horizontal, udara mengalir akibat perbedaan suhu/tekanan antar ruang.

- Pola Sirkulasi Udara menurut jumlah dan letak ventilasi



Gb.3.20. Pola Sirkulasi Udara Horizontal
(Sumber : Mangunwijaya,1988;149)

- Pola Sirkulasi menurut posisi dan ketinggian ventilasi



Gb.3.21 Pola Sirkulasi Udara Horizontal
(Sumber : Mangunwijaya,1988;149)

SOLO HEALTH & BODY CARE CENTER

Dengan Penekanan Penerapan Prinsip-Prinsip Bioclimatic Architecture

- Pola sirkulasi udara vertikal

Secara vertikal, perbedaan suhu menimbulkan perbedaan berat jenis udara yang berlapis-lapis. Udara dengan berat jenis besar yang berada di bawah akan mengalir ke berat yang lebih kecil yang terletak diatas.



Gb.3.22 Pola Sirkulasi udara dan system ventilasi silang
(Sumber : Brown, 1990:138 dan Mangunwijaya, 1988:150)

b. Ukuran Bukaannya

Semakin besar ukuran jendela semakin banyak cahaya yang masuk dan semakin tinggi letak / posisi jendela semakin dalam cahaya dapat mencapai ke dalam ruangan. Namun, Untuk dapat memanfaatkan cahaya alami dengan baik dan efektif, maka luas jendela harus dibatasi sampai 10-20% dari luas dinding. Selain itu juga untuk membatasi panas yang masuk ke dalam bangunan. (Brown, 1999:136)

Posisi jendela yang tinggi memberikan distribusi iluminasi yang lebih, sebanyak peningkatan dalam kuantitasnya. Semakin tinggi bukaan, cahaya yang masuk ke dalam ruangan akan semakin dalam Selain itu, cahaya dari ketinggian akan semakin lunak dan meluas ke permukaan dan obyek yang dikenainya. Sedangkan penambahan lebar jendela tidak begitu berpengaruh. Untuk sebuah ruangan dengan reflektansi permukaan dari kira-kira 40% tanpa ada hambatan di luar, jumlah rata-rata cahaya dalam ruang adalah berbanding lurus dengan luas bidang kaca.

SOLO HEALTH & BODY CARE CENTER

Dengan Penekanan Penerapan Prinsip-Prinsip Bioclimatic Architecture



Gb.3.23 Bukaannya lebar untuk memaksimalkan pergerakan udara dalam ruangan

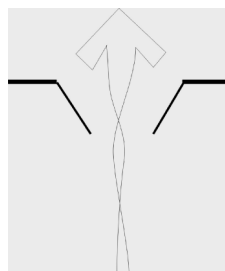
Lubang udara masuk dan lubang udara keluar merupakan alat ventilasi. Lubang udara masuk berperan untuk menentukan pola dari pergerakan udara sedangkan lubang udara keluar berperan dalam menentukan kecepatan aliran udara. Semakin besar bukaan semakin meningkat gerakan udara di dalam bangunan. Rasio/perbandingan lubang masuk udara dan lubang keluar udara berpengaruh kepada kecepatan aliran udara di dalam bangunan. Kecepatan semakin meningkat sebanding dengan peningkatan rasio keduanya. (Lippsmeier, 1994:105)

c. Jenis Bukaan

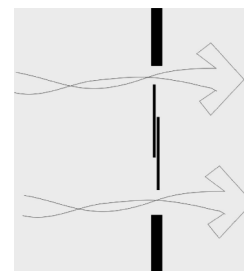
Untuk penghawaan alami, bukaan harus dapat memasukan aliran udara ke dalam bangunan secara maksimal. Aliran udara dapat diarahkan ke dalam bangunan sesuai bentuk/jenis bukaan yang kita pergunakan. Jenis bukaan ini bermacam-macam, ada yang dibuka ke atas, ke samping, maupun digeser.



Dibuka ke atas



Dibuka ke samping



digeser

Gb.3.24 Jenis Bukaan
(Sumber : Prima Adri, 2004:IV-22)

d. Skylight

Untuk efektifitas pencahayaan alami melalui jendela, kedalamn ruang harus 2 sampai 2½ kali ketinggian jendela. Apabila kedalaman ruang yang besar tidak bisa dihindari maka dapat diantisipasi dengan penggunaan kaca pada

SOLO HEALTH & BODY CARE CENTER

Dengan Penekanan Penerapan Prinsip-Prinsip Bioclimatic Architecture

atap/skylight untuk meningkatkan tingkat pencahayaan dan distribusi yang lebih baik.

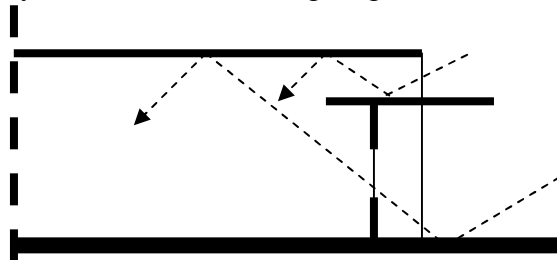


Gb.3.25 Contoh Skylight

Skylight ini merupakan alat yang sangat baik untuk mengambil banyak cahaya dengan bukaan yang kecil. Bahkan dapat digunakan untuk membawa cahaya ke lantai bawah dari bangunan bertingkat. Kaca atap dapat dibuat dari lapisan kaca bening, berpola, atau lapisan plastik yang tembus cahaya. Umumnya dari bingkai aluminium. Cahaya dari kaca atap dapat dikontrol melalui penggunaan dinding miring, dinding yang dalam dan alur pada kaca jendela untuk menghindari silau. (Brown, 1990:101)

e. Clerestories

Clerestories merupakan bukaan yang terdapat pada dinding yang dapat dipergunakan untuk menghasilkan/memantulkan banyak cahaya dan mengontrol cahaya sinar matahari langsung. Jenis ini biasanya terdapat di atas jendela.



Gb.3.26 Clerestories
(Sumber : Dokumen pribadi, 2005)



Gb.3.27 Contoh Clerestories

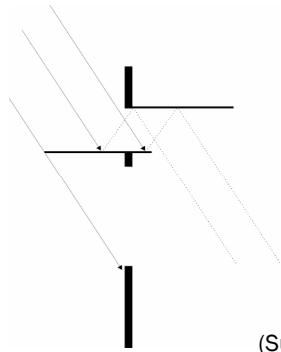
SOLO HEALTH & BODY CARE CENTER

Dengan Penekanan Penerapan Prinsip-Prinsip Bioclimatic Architecture

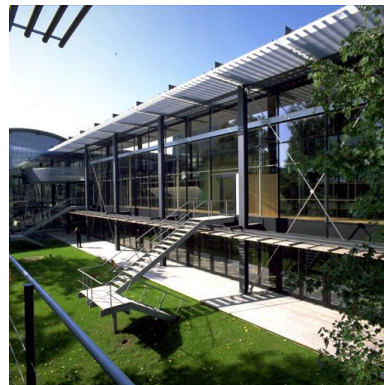
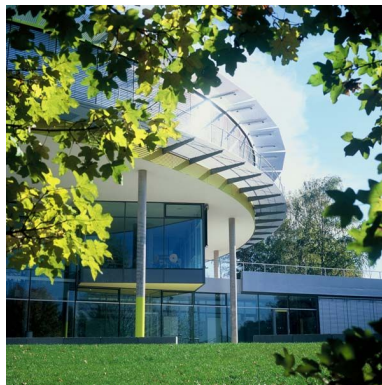
f. Ornamen Bangunan

- Overhang

Overhang sangat berguna untuk mengontrol sinar matahari yang masuk ke dalam ruangan. Overhang juga dapat mempengaruhi tingkat iluminasi cahaya yang masuk ke dalam ruangan. Panjang dari overhang dan sudut jatuh sinar matahari berpengaruh terhadap besar bayangan yang akan menutup bangunan



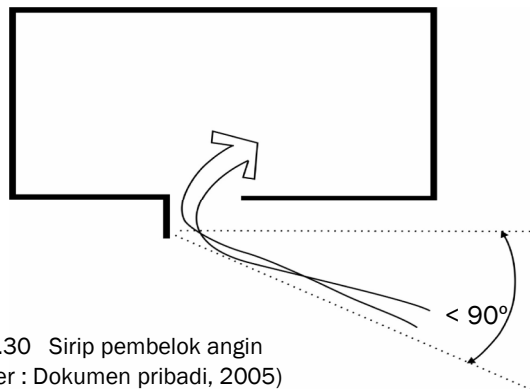
Gb.3.28 Overhang
(Sumber : Dokumen pribadi, 2005)



Gb.3.29 Overhang

- Pembelok Angin

Pada bukaan yang menyimpang dari posisi tegak lurus terhadap arah gerakan angin, pembelok angin diperlukan untuk lebih memasukan angin ke dalam ruangan.



Gb.3.30 Sirip pembelok angin
(Sumber : Dokumen pribadi, 2005)

SOLO HEALTH & BODY CARE CENTER

Dengan Penekanan Penerapan Prinsip-Prinsip Bioclimatic Architecture



Gb.3.31 Sirip-sirip pembelok angin

g. Karakter Dinding

Dinding, terutama sisi barat dan timur akan mengalami panas yang cukup besar akibat radiasi sinar matahari dan akan meneruskan panas ke dalam bangunan. Dinding utara dan selatan juga sama, walaupun tidak begitu besar karena sudut jatuhnya cahaya cukup besar. Pada waktu-waktu tertentu dinding timur dan barat mendapat panas yang jauh lebih besar, sehingga pelindung matahari seperti tritisan atap atau jalusi masih sulit mengatasinya. Terdapat tiga karakter dinding yang dapat dipergunakan sebagai alternatif penyelesaian permasalahan tersebut, yaitu :

- Dinding masif
- Dinding berongga
- Dinding ringan

5. Program ruang,

Seperti yang telah disebutkan pada bagian Tata Letak ruang, penentuan ruang yang diprioritaskan dipertimbangan melalui karakteristik dan persyaratan yang dibutuhkan oleh sebuah ruang. Ruang-ruang yang memiliki tingkat kebutuhan pencahayaan dan penghawaan alami yang tinggi, diletakan pada bagian tepi bangunan, sedangkan yang tidak begitu membutuhkan pencahayaan dan penghawaan alami, diletakan di tengah bangunan.

6. Pemilihan bahan material bangunan.

Penggunaan material bangunan yang sesuai dengan kondisi iklim setempat dan mempertimbangkan aspek perlindungan ekosistem dan sumber daya alam. Beberapa jenis material berikut dapat dipergunakan sebagai bahan material bangunan di daerah tropis : (*Lippsmeier, 1994:56-68*)

SOLO HEALTH & BODY CARE CENTER

Dengan Penekanan Penerapan Prinsip-Prinsip Bioclimatic Architecture

a. Kayu

Jenis kayu keras memiliki ketahanan yang tinggi terhadap pengaruh iklim. Penguraian sel-sel kayu oleh air, panas, angin, udara, dan cahaya. Dengan perawatan yang baik serta penggunaan yang tepat, sangat tahan terhadap hujan. Kemampuan pengisolasian panas sedang. Penyerapan panas kecil. Tahan terhadap angin, dan angin ribut dengan konstruksi yang tepat. Atap yang lebih menjorok keluar memberi perlindungan yang lebih baik terhadap hujan dan cahaya matahari langsung. Kemampuan pemantulan rata-rata sekitar 50% (pada kayu berwarna gelap lebih kecil).

b. Batu alam

Pada umumnya tahan terhadap angin dan cuaca. Kemampuan penyerapan panas tinggi pada bahan yang padat. Bahan berpori memiliki kemampuan pengisolasian panas (batu vulkanik dan koral). Kemampuan tegangan antara inti dan permukaannya karena pemanasan matahari dan pendinginan pada malam hari, sehingga mengakibatkan ketelitian bahan dan keretakan.

c. Batu Bata bakar

Bila diolah secara tepat akan tahan terhadap cuaca tetapi berpori sehingga bernafas. Penyerapan panas baik; kemampuan penyaluran panas rendah. Bisa ditembus bila terkena hujan terus menerus atau pada kelembaban udara yang tinggi (dapat dicegah dengan penggunaan dinding ganda). Bata berongga (25 - 50% lobang) memiliki daya penyerapan dan transmisi panas yang lebih kecil, karena itu cocok untuk daerah hangat-lembab. Kemampuan pemantulan rata-rata sekitar 30-40%.

d. Blok beton

Tanpa plester akan tembus air bila terkena hujan dan angin terus menerus. Kemampuan penghantaran panas kecil. Penyerapan panas sedang, tergantung pada beratnya. Tahan terhadap angin, berpori. Pemantulan kecil pada permukaan yang tidak diolah.

e. Plester dan adukan

Bahan gips dapat larut bila terkena air terus menerus. Plester tahan air dengan penambahan bahan-bahan kimia. Bagian yang terlarut akan mengkristal karena perubahan lembab-kering yang terus menerus. Kelembaban yang tinggi pada plester di dekat besi mempercepat proses

SOLO HEALTH & BODY CARE CENTER

Dengan Penekanan Penerapan Prinsip-Prinsip Bioclimatic Architecture

karat. Kemampuan penghantaran panas relatif kecil, penyerapan baik, berpori sampai padat. Kemampuan pemantulan rata-rata 30-40%; dengan tambahan bahan-bahan berwarna terang, lebih tinggi.

f. Beton, beton bertulang

Tahan hujan. Kemampuan penghantaran panas kecil. Penyerapan panas sangat tinggi. Tidak tembus angin. Kemampuan pemantulan rata-rata sekitar 40%.

g. Baja, besi tuang

Tahan udara dan air. Aman terhadap angin rebut dan gempa, kemampuan pemantulan tergantung pada permukaannya; terutama pada baja tahan karat yang licin sangat tinggi. Penghantaran listrik besar (perlindungan terhadap petir lebih mudah). Pemuaian panas baja murni 7,3 mm (untuk perbedaan temperatur sebesar 100°C dan panjang konstruksi 6 m), baja khrom nikel 9,6 mm (sebagai perbandingan tembaga 10,4 mm, timah, alumunium, seng 14,5-18 mm).

h. Alumunium

Tahan hujan dan air (tetapi bising jika hujan); penghantaran panas tinggi. Kemampuan penyerapan panas tinggi (tidak berarti, karena massa bahan yang digunakan kecil), kedap air, tidak berpori. Kemampuan pemantulan sangat baik, aluminium anodisasi sekitar 85% (permukaan bersih, dengan oksidasi alam dan pengotoran biasa, sampai sekitar 50%), tetapi menimbulkan kesilauan.

i. Tembaga

Kedap udara dan air. Kemampuan penghantaran panas tinggi, paling tinggi setelah perak. Penyerapan panas tinggi, tahan angin topan dan gempa bila konstruksinya tepat. Pemantulan : 70-75% (baru), 35% (tua).

j. Kaca

Kemampuan penghantaran panas kecil. Penyerapan panas besar. Radiasi matahari ke dalam ruangan diubah menjadi radiasi panas. Pengaruh kelembaban yang panjang tanpa pemasukan udara yang cukup mengakibatkan kepudaran.

k. Semen asbes

SOLO HEALTH & BODY CARE CENTER

Dengan Penekanan Penerapan Prinsip-Prinsip Bioclimatic Architecture

Sangat cocok untuk daerah tropis. Kedap air. Kemampuan penghantaran panas kecil. Penyerapan baik. Pemantulan rata-rata 25-50% tergantung pada umurnya. Pengecatan dengan semen putih atau cat emulsi menambah pemantulan.

1. Cat

Kesukaran penyimpanan untuk waktu lama karena dapat terurai pada temperatur tinggi (dapat diperbaiki dengan bahan tambahan seperti asbes). Cat, tergantung pada komposisinya, memiliki macam-macam sifat. Pada umumnya kemampuan penghantaran panas kecil (kecuali dengan bahan tambahan logam). Kemampuan pemantulan tergantung pada kertas kadar pigmen dan sifat permukaannya. Tergantung pada kebutuhan dan komposisinya, ada yang berpori (cat disperse) atau kedap udara (lak), larut atau tahan terhadap air, tahan gosok, tahan cuci atau tahan cuaca.

Keawetan pemakaian bahan material bisa dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3.3
Masa Pakai Bagian-Bagian Bangunan

| Bagian Bangunan | Masa pakai (thn) | | | Bagian Bangunan | Masa pakai (thn) | | |
|-------------------------|------------------|----|----|-------------------------|------------------|----|----|
| | 30 | 60 | 90 | | 30 | 60 | 90 |
| Bagian Struktur | | | | Plesteran dinding dalam | | | |
| Dinding batu alam | | | | Lantai ubin semen | | | |
| Dinding batu bata | | | | Lantai ubin teraso | | | |
| Dinding beton | | | | Lantai tegel keramik | | | |
| Dinding konstruksi kayu | | | | Lantai papan kayu | | | |
| Lantai beton bertulang | | | | Lantai parket kayu | | | |
| Lantai konstruksi kayu | | | | Lantai linoleum | | | |
| Tangga beton bertulang | | | | Lantai permadani | | | |
| Kolom beton bertulang | | | | Kosen kayu jati | | | |
| Kuda-kuda atap kayu | | | | Kosen kayu kalimantan | | | |
| Kuda-kuda atap baja | | | | Krepyak kayu | | | |
| Atap pelat beton | | | | Jendela bingkai kayu | | | |
| Bagian Sekunder | | | | Jendela nako | | | |

SOLO HEALTH & BODY CARE CENTER

Dengan Penekanan Penerapan Prinsip-Prinsip Bioclimatic Architecture

| | | | | | | | |
|--------------------------------|--|--|--|----------------------------|--|--|--|
| Dinding pemisah dari batu bata | | | | Pintu dalam daun triplek | | | |
| | | | | Pintu rumah kayu masif | | | |
| Dinding papan di luar | | | | Pintu lipat baja | | | |
| Dinding papan di dalam | | | | Pintu kerai aluminium | | | |
| Dinding eltenit board | | | | Peran, kasau, reng | | | |
| Dinding gips karton | | | | Atap rumbia, ijuk, dll | | | |
| Plesteran dinding luar | | | | Atap sirap kayu | | | |
| Genteng flam tanah liat | | | | Dinding tegel di dalam | | | |
| Genteng pres tanah liat | | | | Wall paper | | | |
| Genteng beton | | | | | | | |
| Pelat semen berserat | | | | Bagian Teknik | | | |
| Talang seng | | | | Pipa air minum PVC | | | |
| Tangga konstruksi kayu | | | | Pipa air minum baja | | | |
| Tangga berlapis tegel | | | | Saluran air kotor PVC | | | |
| Bagian Finishing | | | | Saluran air kotor tembikar | | | |
| Langit semen berserat | | | | Kakus monoblok | | | |
| Langit tripleks | | | | Kakus jongkok | | | |
| Langit gips karton | | | | Wastafel | | | |
| Cat kayu bagian luar | | | | Keran dll | | | |
| Cat kayu bagian dalam | | | | Cuci piring teraso | | | |
| Cat besi | | | | Cuci piring non karat | | | |
| Cat tembok di luar | | | | Instalasi saluran listrik | | | |
| Cat tembok di dalam | | | | Stopkontak, saklar, dll | | | |
| Dinding tegel di luar | | | | | | | |

Sumber: Frick, Heinz/Suskiyatno, FX. Bambang, 1998. Dasar-dasar Eko-arsitektur. Penerbit Kanisius, Yogyakarta. Hal. 96

SOLO HEALTH & BODY CARE CENTER

Dengan Penekanan Penerapan Prinsip-Prinsip Bioclimatic Architecture

Contoh penggunaan material bangunan yang sesuai dengan prinsip Bioclimatic architecture adalah :

a. Atap

Atap merupakan bagian terpenting dari bangunan. Posisi atap yang berada di atas merupakan bagian bangunan yang paling banyak menerima sinar matahari sehingga bagian ini sangat menentukan terhadap kenyamanan ruangan. Selain fungsinya sebagai pelindung matahari juga sekaligus merupakan pelindung dari hujan. Material atap yang paling efektif dalam mereduksi panas matahari adalah aluminium yang mampu memantulkan panas sebesar 90%. Selain pemantul panas yang cukup baik, aluminium juga tahan terhadap kelembaban yang cukup tinggi sebagaimana kelembaban yang terjadi di daerah tropis yang mencapai 80%.



Gb.3.32 Contoh atap yang cocok di daerah tropis

b. Dinding

Material dinding yang cocok digunakan di daerah tropis terbuat dari segala jenis tanah liat, batu alam, batu bata, dan blok beton. Dengan warna terang, dinding dapat memantulkan cahaya lebih banyak sehingga mengurangi pemanasan dalam ruangan.

c. Lantai

Di daerah tropis, material lantai tidak begitu berpengaruh terhadap kenyamanan termal karena letaknya di dalam bangunan sehingga tidak menerima pemanasan akibat sinar matahari. Material yang sering digunakan adalah keramik dan teraso. Sedangkan untuk menghindari kesilauan dalam ruangan, maka dipilih warna yang redup seperti abu-abu, biru tua, dan warna-warna redup lainnya. Pemakaian plat beton atau batu penutup yang mudah menjadi panas dan memancarkan panas ke dalam ruangan pada halaman luar sebaiknya diganti

SOLO HEALTH & BODY CARE CENTER

Dengan Penekanan Penerapan Prinsip-Prinsip Bioclimatic Architecture

dengan rumput atau tanah. Terutama rumput, penguapan dapat menurunkan temperatur di atas tanah sekeliling bangunan. (Mangunwijaya, 1988:112)

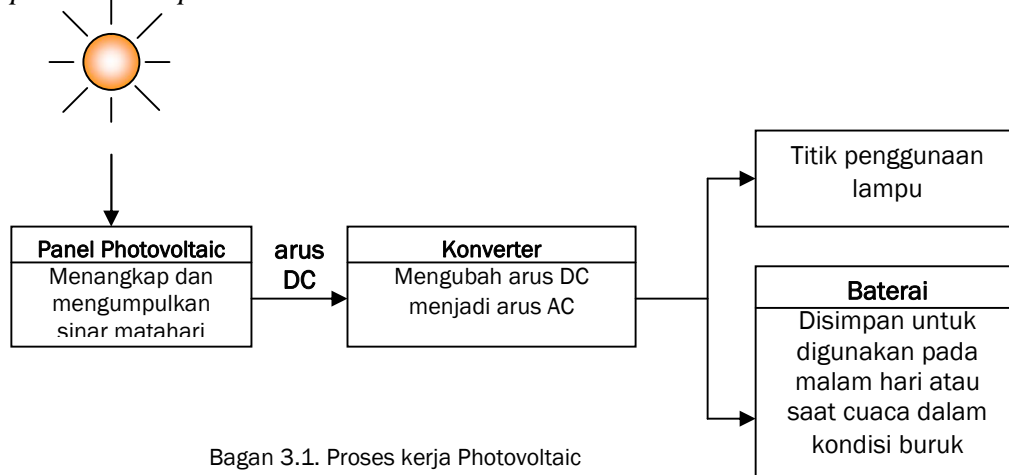


Gb.3.33 Contoh pemakaian material pada halaman luar
Sumber : Dokumen pribadi

III.6 PEMANFAATAN ENERGI SURYA SEBAGAI ALTERNATIF

PEMEMUHAN KEBUTUHAN ENERGI

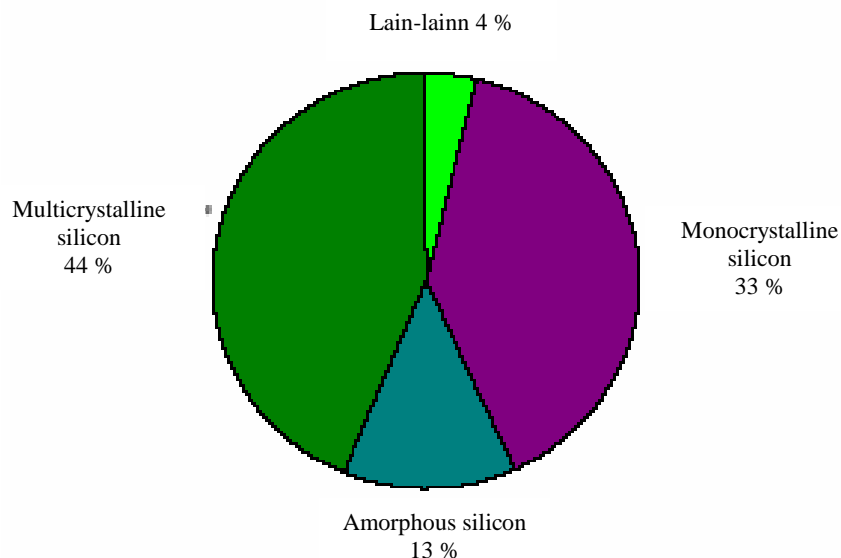
Indonesia dilihat dari letak geografisnya berada pada daerah ekuatorial bumi yang berarti daerah ini mendapatkan sinar matahari sepanjang tahun dengan kuantitas yang melimpah. Hal ini adalah salah satu keuntungan yang dapat kita manfaatkan sebagai alternatif energi disamping energi fosil. Energi matahari memiliki prospek yang sangat baik karena disamping tidak menimbulkan limbah berbahaya, energi matahari juga merupakan sumber daya alam yang abadi/tidak terbatas. Kita dapat menggunakan energi matahari sebanyak-banyaknya tanpa khawatir suatu saat akan habis. Dalam hal ini, bisa dikatakan bahwa pemanfaatan energi matahari sebagai salah satu aspek bioklimatik merupakan salah satu alternatif pengganti energi listrik. Selain berperan pada pencahayaan alami sebagai pengganti alat penerangan buatan (*artificial lighting*), sinar matahari juga dapat diubah menjadi energi listrik. Pengubahan ini dapat dilakukan dengan menggunakan alat *photovoltaic panels*.



Bagan 3.1. Proses kerja Photovoltaic

Teknologi Solar Cell yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Besar dari solar cell ini sekitar 10 ~ 15 cm persegi (*Dimensi Vol 4-Juni 2001*). Komponen ini mengkonversikan energi dari cahaya matahari menjadi energi listrik. Solar cell merupakan komponen vital yang umumnya terbuat dari bahan semikonduktor. Seperti terlihat pada gambar berikut multicrystalline silicon adalah bahan yang paling banyak dipakai dalam industri solar cell. Multicrystalline dan monocrystalline silicon menghasilkan efisiensi yang relatif lebih tinggi daripada amorphous silicon. Sedangkan amorphous silicon dipakai karena biaya yang relatif lebih rendah.

Selain dari bahan nonorganik diatas dipakai pula molekul-molekul organik walaupun masih dalam tahap penelitian.



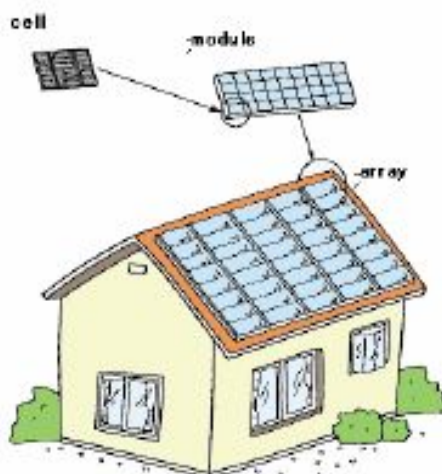
Gb.3.34 Semi konduktor yang dipakai di industri Solar Cell

Sebagai salah satu ukuran performansi solar cell adalah efisiensi. Yaitu prosentasi perubahan energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Efisiensi dari solar cell yang sekarang diproduksi sangat bervariasi. Monocrystalline silicon mempunyai efisiensi 12~15 %. Multicrystalline silicon mempunyai efisiensi 10~13 %. Amorphous silicon mempunyai efisiensi 6~9 %. Tetapi dengan penemuan metode-metode baru sekarang efisiensi dari multicrystalline silicon dapat mencapai 16.0 % sedangkan monocrystalline dapat mencapai lebih dari 17 %. Bahkan dalam satu konferensi pada September 2000, perusahaan Sanyo mengumumkan bahwa mereka akan memproduksi solar cell yang mempunyai efisiensi sebesar 20.7 %.

SOLO HEALTH & BODY CARE CENTER

Dengan Penekanan Penerapan Prinsip-Prinsip Bioclimatic Architecture

Ini merupakan efisiensi yang terbesar yang pernah dicapai. Tenaga listrik yang dihasilkan oleh satu solar cell sangat kecil maka beberapa solar cell harus digabungkan sehingga terbentuklah satuan komponen yang disebut module. Produk yang dikeluarkan oleh industri-industri solar cell adalah dalam bentuk module ini. Pada aplikasinya, karena tenaga listrik yang dihasilkan oleh satu module masih cukup kecil (rata-rata maksimum tenaga listrik yang dihasilkan 130 W) maka dalam pemanfaatannya beberapa module digabungkan dan terbentuklah apa yang disebut array. Sebagai contoh untuk menghasilkan listrik sebesar 3 kW dibutuhkan array seluas kira-kira 20 ~ 30 meter persegi. Secara lebih jelas lagi, dengan memakai module produksi Sharp yang bernomor seri NE-J130A yang mempunyai efisiensi 15.3% diperlukan luas 23.1m² untuk menghasilkan listrik sebesar 3.00 kW. Besarnya kapasitas PLTS yang ingin dipasang menambah luas area pemasangan. Untuk lebih jelasnya, hirarki module dapat dilihat pada gambar berikut.



Gb.3.35 Hirarki module (cell-module-array)

Berikut beberapa contoh modul yang diproduksi :

Tabel 3.4
Multicrystalline module

| Merk | Type | Max Power (W) | Optimal Voltage (V) | Ukuran (mm) |
|-------------------|-----------|---------------|---------------------|--------------|
| Kyocera | R421-1 | 145 | 19.9 | 1120×997×36 |
| | R841-1 | 90 | 39 | 802×997×36 |
| | NE-J130 A | 130 | 26.7 | 802×1200×46 |
| Sharp | NE-H125A | 125 | 26.0 | 802×1200×46 |
| Matsushita Elect. | MD-P125 | 125 | 26.0 | 1210×812 ×20 |
| Mitsubishi Elect. | PV-MR101 | 126 | 19.2 | 1275×850×19 |

Sumber : Dimensi, vol.4 No.1 Juni 2001 : 17

SOLO HEALTH & BODY CARE CENTER

Dengan Penekanan Penerapan Prinsip-Prinsip Bioclimatic Architecture

Tabel 3.5
Monocrystalline module

| Merk | Type | Max Power (W) | Optimal Voltage (V) | Ukuran (mm) |
|----------------|----------|---------------|---------------------|--------------|
| Showa-S hell | GT172 | 111 | 34.8 | 982×896×35 |
| | SP75 | 75 | 17 | 1200×527×34 |
| Sharp | NH-H140A | 140 | 27.5 | 802×1200×46 |
| | NT-J136A | 136 | 26.9 | 802×1200×46 |
| Daido Hokusani | H-12020 | 121 | 36.0 | 1000×922 ×35 |
| | H-7410 | 74 | 22.0 | 1185×435×35 |

Sumber : Dimensi, vol.4 No.1 Juni 2001 : 17



Gb.3.36 Panel Photovoltaic

Sumber : Dimensi vol.4 No.1 Juni 2001 :13

Pada aplikasi pemakaiannya, panel photovoltaic dapat dipasang di beberapa bagian bangunan seperti atap bangunan atau atap tempat parkir.



Gb.3.37 Contoh Pemasangan Panel Photovoltaic Pada Ruang Parkir

Sumber : Dimensi vol.4 No.1 Juni 2001 :14



Gb.3.38 Contoh Pemasangan Panel Photovoltaic Pada Atap Rumah

Sumber : Dimensi vol.4 No.1 Juni 2001 : 14